

1872

5.293
P. 32-970 (1872)-20

Tanret



1938

James

P.5.293 (1872) 20

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS.

DE L'ALBUMINE

THÈSE

Présentée et soutenue à l'École supérieure de Pharmacie de Paris

Le Août 1872

Pour obtenir le diplôme de pharmacien de 1^{re} classe

PAR

CHARLES-JOSEPH TANRET

Né à Joinville (Haute-Marne)

INTERNE LAURÉAT DES HOPITAUX DE PARIS (1873, MÉDAILLE D'ARGENT)

LAURÉAT DE L'ÉCOLE DE PHARMACIE DE PARIS (1870, 1^{re} ANNÉE — 2^e PRIX)



PARIS

IMPRIMERIE SIMON RAÇON ET COMPAGNIE

1, RUE D'ERFURTH, 1

1872

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE.

ADMINISTRATEURS

MM. BUSSY, directeur.
BUIGNET, professeur titulaire.
A. MILNE-EDWARDS, professeur titulaire.

PROFESSEUR HONORAIRE

M. CAVENTOU.

PROFESSEURS

MM. BUSSY	Chimie inorganique.
BERTHELOT	Chimie organique.
BAUDRIMONT	Pharmacie chimique.
CHEVALLIER	Pharmacie galénique.
CHATIN	Botanique.
A. MILNE-EDWARDS	Zoologie.
BOUIS	Toxicologie.
BUIGNET	Physique.
PLANCHON	Histoire naturelle des médicaments.

Professeurs délégués de la Faculté de médecine

MM. REGNAULT.
BAILLON.

AGRÉGÉS

MM.	MM. BOURGOIN.
L. SOUBEIRAN.	JUNGFLEISCH.
RICHE.	LE ROUX.
	MARCHAND.

NOTA. — L'École ne prend sous sa responsabilité aucune des opinions émises par les candidats.

A
LA MÉMOIRE DE MON PÈRE

A MA MÈRE

A MES PARENTS

A MES AMIS

PRÉPARATIONS.

PHARMACIE.

I. Tablettes de Vichy.

Bicarbonate de soude. . .	25 gr.
Sucre pulvérisé.	975
Mucilage de gomme adrag	25

II. Extrait de digitale.

Feuilles sèches de digitale.	1000 gr.
Eau distillée.	Q. S.

III. Gelée de corne de cerf.

Corne de cerf rapée. . . .	250 gr.
Sucre	425
Citron.	n° 1.

IV. Petit-lait.

Lait de vache pur. . . .	1000 gr.
--------------------------	----------

V. Acide lactique.

Lactate de chaux.	1000 gr.
Acide sulfurique à 1.84. .	350
Alcool à 90°.	1900

CHIMIE.

I. Iodure mercurieux.

Mercure.	100 gr.
Iode.	60
Alcool à 90°.	250

II. Cicutine.

Fruits de ciguë.	500 gr.
Chaux éteinte.	4500
Carbonate de potasse. . .	580
Ether.	500

III. Acide sulfureux liquide.

Tournure de cuivre. . . .	200 gr.
Acide sulfurique.	800
Chlorure de calc. desséché.	100

IV. Arséniate de soude.

Nitrate de soude.	200 gr.
Acide arsénieux.	116

V. Chlorure de zinc.

Zinc métallique.	200 gr.
Acide chlorhydrique. . . .	Q. S.

Parmi les substances organiques dont l'histoire chimique est encore incomplètement connue, on peut certainement ranger celles dites albuminoïdes. Leur nombre, leur instabilité, leur formation qui n'a lieu que sous l'influence de la vie, sont autant de causes qui rendent leur étude des plus difficiles. Il semblerait aussi, tant elles ont de rapports intimes les unes avec les autres, que l'étude de l'une d'elles faite à part ne puisse être complète : c'est ce que je n'ai que trop bien senti dans le cours de ce travail, et ce n'est qu'à regret que, pressé par le temps, j'ai dû borner mes recherches à l'albumine, me promettant bien de les poursuivre plus longuement plus tard. Je me suis efforcé de rappeler ce qui a été fait de plus important sur ce sujet, insistant davantage sur certains points intéressants de son histoire, tels que sa constitution, l'action des acides, son dosage. Tel est le sujet de cette thèse.



DE L'ALBUMINE



L'albumine tire son nom d'*albumen*, blanc d'œuf; mais sous le nom d'albumine, on confond quelquefois des substances probablement identiques de composition, mais dont les réactions paraissent assez différentes pour pouvoir en faire des espèces distinctes. Je vais donc préciser et définir ce que j'étudierai sous ce nom.

L'albumine est une matière organique incristallisable, putrescible et décomposable par la chaleur; soluble en toutes proportions dans l'eau d'où une chaleur de 70° environ la précipite en la coagulant; l'alcool et l'acide nitrique la précipitent aussi, mais non l'acide acétique. J'ajouterai que le précipité produit par l'alcool est peu ou pas redissoluble dans l'eau et que ni les carbonates alcalins ni le sulfate de magnésie ne la précipitent de sa solution aqueuse non acidulée. Par cette définition, qui ne s'applique complètement qu'à l'albumine de l'œuf et à celle du sérum (sérine), j'élimine ainsi l'albumine dite

végétale, la métalbumine, la paralbumine, etc. Les albumines de l'œuf et du sang ne différant pas assez l'une de l'autre pour être étudiées séparément, je prendrai la première comme type parce qu'elle est la plus facile à se procurer à l'état de pureté, me réservant d'indiquer quand elles se présenteront les propriétés qui peuvent les faire caractériser plus spécialement.

PRÉPARATION

Pour avoir une solution d'albumine on bat un blanc d'œuf avec de l'eau distillée, et on jette le tout sur un filtre dont les bords dépassent l'entonnoir de plusieurs centimètres. Si on veut de l'albumine sèche, on évapore cette solution dans le plus grand repos à une température ne dépassant pas 45°.

La plus grande partie de la matière grasse monte à l'extrémité supérieure du filtre, et, en faisant évaporer sans agitation, on évite la formation de parties insolubles comme on le verra plus loin.

On a de la sorte un résidu transparent, cassant, légèrement jaunâtre et très-soluble dans l'eau, d'albumine presque privée de graisse mais renfermant des sels et un peu de glucose. Or le blanc d'œuf privé de ses membranes donne 11 à 12 pour 100 de résidu sec et ce résidu contient environ 5,5 de sels et 3 de sucre. On voit ainsi que, 100 grammes de blanc d'œuf ne renfermant guère que 1 gramme de substances étrangères, on peut considérer

comme suffisamment pure pour la plupart des essais une solution de blanc d'œuf dans l'eau distillée.

Voici comment M. Wurtz fait préparer de l'albumine qui ne donne à la calcination que 0,42 pour 100 de cendres : On fait une solution de blanc d'œuf dans de l'eau distillée et on la précipite par le sous-acétate de plomb. On recueille le précipité, on le lave, on le délaye dans une grande quantité d'eau, et on le décompose par un courant d'acide carbonique. Pour enlever les dernières traces de plomb on verse quelques gouttes d'une solution d'hydrogène sulfuré, et on chauffe jusqu'à ce que la liqueur commence à se troubler.

Les quelques flocons formés entraînent le sulfure de plomb, de sorte qu'on n'a plus qu'à filtrer pour avoir une liqueur incolore tenant de l'albumine pure en dissolution. On l'évapore au-dessous de 45°, et l'on a un résidu presque incolore.

L'albuminate de plomb étant soluble dans l'acétate de plomb et dans l'albumine, il en résulte qu'avec ce procédé on éprouve des pertes plus ou moins grandes selon l'habileté de l'opérateur. J'y obvie en versant dans la solution d'albumine un léger excès de sel de plomb ; j'agite, puis j'ajoute peu à peu une solution d'ammoniaque en quantité suffisante pour que, après quelques minutes de repos, on en perçoive encore légèrement l'odeur ; on recueille le précipité, le lave, etc.

Par cette modification du procédé Wurtz, on précipite toute l'albumine à l'état d'albuminate basique de plomb, à peu près insoluble dans l'eau ammoniacale.

Ce procédé de purification de l'albumine n'est pas applicable à l'albumine du sérum.

COMPOSITION

L'albumine est composée de carbone, d'hydrogène, d'azote, d'oxygène et de soufre. Selon quelques chimistes, elle renfermerait aussi du phosphore ; mais pour la plupart ce métalloïde qu'on y trouve provient des phosphates qui y sont si intimement unis, que M. Wurtz n'a même pu les éliminer entièrement de l'albumine qu'il a préparée par son procédé. Voici la composition de l'albumine d'après les analyses de Mulder, de Dumas et Cahours, et de Wurtz.

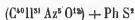
	Mulder.	Dumas et Cahours.	Wurtz.
Carbone	54.84	55.57	52.88
Azote.	15.85	15.77	15.55
Hydrogène.	7.09	7.10	7.19
Oxygène.	24.25	Oxyg. etc. 25.77	Oxyg. etc. 24.58
Phosphore.	0.55		
Soufre.	0.68		
TOTAL.	100.00	100.00	100.00

Comme on le voit d'après les chiffres de ces analyses, la composition de l'albumine est bien connue, car les différences trouvées, surtout dans les deux dernières, sont de celles qui peuvent être attribuées à un mode opératoire un peu différent et qu'on considère comme négligeables. J'ajouterai que MM. Dumas et Cahours ont été amenés

par leurs analyses à considérer comme ayant la même composition les albumines des saugs d'homme, de bœuf, etc.; du blanc d'œuf et de la farine. M. Wurtz fait remarquer que dans ses analyses nombreuses de l'albumine il a toujours trouvé 0,4 à 0,5 de moins de carbone que MM. Dumas et Cahours et que cette différence s'est montrée d'une manière trop constante pour qu'on puisse l'attribuer à une erreur d'analyse.

Mais, par quelle formule cette composition de l'albumine doit-elle être représentée? Sur cette question les chimistes ne sont pas d'accord. C'est que l'albumine formant avec certains sels des combinaisons solubles dans un excès d'albumine et dans un excès de sel, combinaisons que jusqu'alors on n'a pu obtenir cristallisées et dont on ne peut être parfaitement sûr de la pureté, quelques chimistes ont avancé que l'albumine n'est pas un corps défini, et que comme tel il ne peut former de composés définis. MM. Robin et Verdeil la considérant comme corps formant partie de l'organisation animale prétendent même que son étude appartient surtout à l'anatomie. Ils s'appuient surtout sur ce que l'albumine se présente sous des états très-divers, très-facilement variables, ce qui ne peut être le fait d'un corps de composition stable. Mais l'albumine n'étant pas un corps organisé, la chimie a le droit de s'emparer de son étude, et si on parvient à la faire entrer dans des combinaisons possédant invariablement les mêmes caractères, se formant toujours dans les mêmes circonstances, on en pourra conclure que l'albumine a son poids moléculaire, comme la quinine, l'urée, etc. Mûlder, chimiste hollan-

dais qui a fait de remarquables travaux sur l'albumine, lui donne pour formule :



d'après les résultats de l'analyse du composé qu'il obtint en précipitant un protéate alcalin par l'azotate de plomb.

Millon en faisant agir le chlore sur l'albumine a formé une combinaison à qui il a trouvé la formule :



Les formules que Liebig, Dumas et Cahours assignent à l'albumine sont un peu différentes de celle de Mulder.

L'iodure double de mercure et de potassium qui a pour formule $HgI_2.KI$ formant avec l'albumine en solution acide un précipité insoluble dans un excès de sel mercuriel, comme dans l'eau suffisamment acidulée, je l'analysai pour voir quel équivalent de l'albumine on pourrait en tirer. Les chiffres que je trouvai sont très-voisins de ceux donnés par Mulder, de sorte que je suis porté à croire que si l'équivalent de l'albumine n'est pas encore définitivement fixé, des analyses nombreuses des composés albumineux ayant par leur insolubilité le plus de chances d'être définis ne pourront manquer de fixer la science sur ce point délicat. Voici la méthode que j'ai suivie pour cette analyse :

Dans une solution d'albumine acidulée par l'acide acétique, j'ai versé un excès d'iodure double de mercure et de potassium. Il s'est formé un précipité qui fut lavé avec le plus grand soin d'abord avec de l'eau acidulée, puis

avec de l'eau simple. Les premiers lavages avaient pour but d'enlever l'excès d'iodure double; ceux avec l'eau distillée, l'acide acétique. Mais comme le précipité est soluble dans l'eau non acidulée ou du moins qui ne l'est que très-peu, quand il a commencé à se dissoudre, ce qu'on reconnaît à ce que le sel mercuriel trouble les eaux de lavage, je me suis arrêté. Le précipité a été desséché à 50° environ. Calciné il ne laissait pas de résidu : donc il ne renfermait pas de potassium. L'iode et le mercure y étant décelés par leurs réactions ordinaires, je n'avais donc à y doser que ces deux corps, ce que je fis de la manière suivante :

2 grammes ont été dissous dans l'eau régale, où ils ont été soumis quelques instants à l'ébullition. La liqueur acide a ensuite été saturée par la potasse, puis acidulée avec l'acide chlorhydrique. Après l'avoir filtrée, je l'ai traitée par l'hydrogène sulfuré, et comme le précipité de sulfure de mercure était mêlé de soufre, je l'ai repris par l'eau régale à froid. La dissolution mercurielle étendue d'eau, saturée par de la potasse et ensuite acidulée, fut comme auparavant précipitée par l'acide sulfhydrique. Le sulfure de mercure exempt de soufre pesait 18 centigrammes.

Pour doser l'iode, je pris 2 grammes du même précipité sec que je fis bouillir quelques minutes avec de l'eau distillée contenant 4 grammes de potasse exempte de chlorures. Le tout fut ensuite évaporé et calciné. Le produit de cette évaporation fut dissous dans de l'eau sursaturé avec de l'acide nitrique étendu et ajouté peu à peu, et précipité par un excès de nitrate d'argent ; j'y fis

ensuite passer un courant d'acide sulfureux pour détruire l'iodate qui s'était formé. L'iodure d'argent pesait 58 centigrammes.

Or $0^{\text{gr}},18$ de sulfure de mercure correspond à $0^{\text{gr}},155$ de mercure, et $0^{\text{gr}},58$ d'iodure d'argent à $0^{\text{gr}},21$ d'iode. Mais $0^{\text{gr}},155$ Hg et $0^{\text{gr}},21$ I sont assez sensiblement proportionnels aux équivalents 100 et 127 (car pour 0,21 d'iode il faudrait 0,16,4 de mercure), pour qu'on puisse admettre que la combinaison Hg I existe dans le précipité soumis à l'analyse. Si de 2 grammes on retranche le poids de l'iodure de mercure ($0,21 + 0,164 = 0,374$), le reste représentera le poids de l'albumine ou $1^{\text{gr}},636$.

La composition élémentaire de l'albumine étant connue, j'ai pris pour base de mon calcul les chiffres donnés par l'éminent professeur de l'École de médecine et j'ai trouvé :



Or rien ne défend jusqu'alors de dédoubler cette formule et de l'écrire :



qui est assez voisine de celle de Mulder.

CONSTITUTION

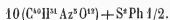
Plusieurs hypothèses ont été émises sur la constitution des substances albuminoïdes dont l'albumine est le type. Je vais les exposer rapidement.

Mûlder dissolvait de l'albumine dans la potasse caustique moyennement concentrée, puis y versait un acide qui en précipitait non plus de l'albumine, mais un autre corps blanc particulier. Pendant cette opération il se dégageait de l'acide sulfhydrique et la liqueur après la précipitation renfermait de l'acide phosphorique. Pour Mûlder, Berzélius, etc., ce dernier acide provenait de l'oxydation du phosphore de l'albumine aux dépens de l'oxygène de la potasse qui s'était combinée au soufre pour former un sulfure.

L'acide sulfhydrique provenait de la décomposition de ce dernier.

Or avec la fibrine, la caséine, etc., Mûlder obtint toujours le même précipité qu'il appela protéine (de πρωτεῖω, je tiens le premier rang). Il en fit un radical à qui il donna pour formule $C^{40}H^{51}Az^5O^{19}$, et l'albumine, la caséine, la vitelline, etc., devinrent dans sa théorie des dérivés de la série protéique. Ces corps dits albuminoïdes sont combinés avec des quantités différentes de corps inorganiques qui peuvent être enlevés par les acides ou les alcalis; après quoi, la matière organique, quelle que soit son origine, a les mêmes propriétés.

L'albumine de l'œuf serait :



celle du sérum :



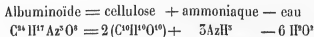
Les faits connus de transformation les unes dans les autres de quelques matières albuminoïdes s'expliquent

aisément avec la théorie de Mûlder. Ainsi M. Wurtz a trouvé que la fibrine humide en se putréfiant à l'air se convertit en acide butyrique et en albuminè. Avant lui, Denis avait, par un contact prolongé de la fibrine avec les sels alcalins qui existent dans le sang et à la température de 50°, transformé la fibrine en albumine. On a beaucoup discuté si ce nouveau corps formé n'était pas de la caséine; mais quoi qu'il en soit, il n'en paraît pas moins établi que, dans ce dédoublement, ou peut-être dans le second cas, dans cette modification de l'état moléculaire de la fibrine, le radical protéine est resté le même après comme avant.

D'un autre côté, une transformation inverse a été annoncée récemment par M. Goodeman. Il prétend avoir obtenu de la fibrine par l'action prolongée de l'eau et de l'électricité sur l'albumine.

Pour Leeonte et Goumoens, les matières albuminoïdes, quelle que soit leur origine, sont composées de deux substances, l'une soluble dans l'acide acétique cristallisable, l'autre insoluble. Ils appellent la première *oxaluine* (de ὄξος, vinaigre, λύνω, dissoudre) et la deuxième *anaxoluine*. Ce serait l'anaxoluine qui se colorerait en rouge par le réactif Millon (page 44) et qui donnerait la couleur violette avec l'acide chlorhydrique concentré (page 44); l'acide chromique n'attaquerait pas l'oxaluine, mais seulement l'anaxoluine.

Sterry Hunt considère les substances albuminoïdes comme des nitriles de la cellulose ou de ses congénères.



Cette théorie repose sur le lieu de formation de l'albumine qui est le végétal où la cellulose est si abondante, sur la transformation de la gélatine et de la chondrine en un sucre susceptible de donner de l'alcool par la fermentation, sur la formation du glycose dans le foie aux dépens des matières albuminoïdes du sang, et sur cet autre fait qu'en chauffant en vase clos à 130° du sucre de lait ou de l'amidon avec de l'ammoniaque liquide on obtient une matière azotée précipitable par l'alcool en filaments élastiques et donnant avec le tannin un composé impu-
trescible.

D'après les dédoublements des matières albuminoïdes sous l'influence des acides forts, des alcalis et de la chaleur, M. Berthelot les considère comme des amides complexes, formés par l'association de la glycolamine, de la leucine, de la tyrosine, etc., avec certains principes oxygénés qui appartiennent d'une part à la série acétique et d'autre part à la série benzoïque.

La nature des amides et des corps oxygénés générateurs, ainsi que leurs proportions relatives, sont la cause des différences qui existent entre les divers corps albuminoïdes.

Si on examine l'albumine au point de vue de ses fonctions, on voit qu'elle se comporte tantôt comme un corps indifférent, tantôt et le plus souvent comme un acide. Du reste la réaction de l'albumine pure a été trouvée acide au tournesol par M. Wurtz. Gerhardt la considérerait comme un acide bibasique. Pour Hürsehauer, elle se trouve dans le sang à l'état d'albuminate alcalin. Avant lui Bird avait observé qu'une solution d'albumine bouillie avec du carbo-

nate de soude donne de l'acide carbonique. Wurtz a ensuite constaté qu'à une douce chaleur l'albumine coagulée mise à digérer avec du carbonate ou du bicarbonate de soude se combine à la soude ; après des lavages répétés on la trouve neutre au tournesol, et si on l'incinère elle laisse un résidu fortement alcalin.

On verra plus loin comment en considérant l'albumine comme un acide bibasique il est facile d'expliquer les actions si diverses de la chaleur, de l'alcool, de l'éther, etc. sur elle.

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

Eau, alcool, etc. — On connaît l'albumine sous deux états, soluble et insoluble ; deux blancs d'œuf, l'un tel qu'il existe dans l'œuf frais, l'autre cuit dur, en donnent la meilleure idée.

Dans le blanc d'œuf et le sérum, l'albumine est dissoute dans un liquide alcalin ; or, comme elle y est accompagnée de matériaux inorganiques, on a cru longtemps que c'est à ces derniers qu'elle doit sa solubilité et qu'elle forme avec eux une sorte de combinaison. C'est M. Wurtz qui en préparant de l'albumine exempte de sels et soluble dans l'eau a démontré la fausseté de cette opinion. Je dois rappeler aussi que M. Mialhe avait même prétendu que l'état naturel de l'albumine est l'état solide, et que, dans les différents liquides où on la rencontre, elle s'y trouve

non dissoute mais en suspension dans l'eau, la dissolution ne pouvant avoir lieu pour les corps organisés. Mais personne n'ayant pu démontrer et reconnaître une organisation quelconque à l'albumine, on doit admettre qu'elle se trouve dissoute dans le blanc d'œuf et le sérum. Ainsi l'albumine est soluble dans l'eau, j'ajouterai : en toutes proportions.

L'albumine de l'œuf est précipitée par l'alcool concentré et le précipité lavé à l'alcool est à peine soluble dans l'eau; quant à celui formé dans le sérum par l'alcool, l'eau le dissout sensiblement. Ceci constitue une des différences caractéristiques des deux albumines.

Mais si la solution d'albumine est suffisamment alcaline l'alcool ne la précipite plus.

L'éther coagule incomplètement l'albumine de l'œuf; il n'a aucune action sur celle du sérum. Mais si on vient à aciduler l'une ou l'autre de ces solutions albumineuses, l'éther les précipite complètement. Un excès d'acide pouvant redissoudre le précipité d'albumine doit être évité avec soin, autrement la précipitation serait incomplète ou même pourrait ne pas avoir lieu.

L'action du chloroforme et de l'essence de térébenthine est la même que celle de l'éther.

On se rend très-bien compte de cette précipitation de l'albumine selon la réaction du liquide, en admettant que lorsqu'elle se trouve à l'état d'albuminate alcalin basique elle n'est plus précipitable. Tandis qu'elle le devient au contraire quand l'addition d'un acide qui s'empare d'une partie ou de la totalité de sa base la fait passer à l'état de bialbuminate ou la met en liberté.

La créosote coagule l'albumine même en solution alcaline. Mais en solution acidulée la précipitation est plus complète et plus rapide. La glycérine ne la précipite pas.

Chaleur. — La manière dont l'albumine se comporte par la chaleur est un des points les plus intéressants de son histoire. En solution concentrée, comme elle se trouve dans le blanc d'œuf, elle se prend en masse, si on la porte à une température de 65° à 70° ; on a alors de l'albumine insoluble. En solution plus étendue, elle se coagule en flocons, puis, si on augmente la quantité d'eau, il arrive que, quand la dilution est trop considérable, la chaleur ne fait plus que troubler ou même louchir seulement la liqueur. Or, si cette dernière vient à être évaporée au-dessous de 40°, on obtient un résidu qui, ainsi que M. Chevreul l'a démontré, possède les propriétés de l'albumine coagulée. L'albumine, en devenant insoluble, n'a pas changé de composition ; son état moléculaire seul a varié. Coagulée, elle est opaque, quand elle renferme de l'eau interposée ; mais, si on la dessèche, elle devient transparente ; remise au contact de l'eau, elle reprend son opacité. La température nécessaire pour coaguler l'albumine est d'autant plus élevée que sa solution est plus étendue, c'est ce qui explique pourquoi un œuf fraîchement pondue est plus long à cuire qu'un autre vieux de plusieurs semaines. La réaction de la liqueur albumineuse a aussi une grande influence, c'est ainsi que l'addition d'une petite quantité d'acide acétique peut abaisser de quelques degrés le point de coagulation. Les sels neutres, tels que le sulfate de soude, le sel marin, produisent le même effet. Au contraire, un alcali

caustique ou carbonaté, ajouté en quantité plus ou moins grande, selon la richesse de la solution en albumine, peut retarder ou même empêcher la coagulation. Un excès d'acide acétique jouissant, comme les alcalis, de la propriété de redissoudre l'albumine coagulée peut produire le même effet.

Je dirai en passant que MM. Frémy et Valenciennes, en étudiant les œufs des oiseaux, ont trouvé que le blanc de certaines espèces n'est coagulable que lorsqu'il n'est pas étendu de plus de trois fois son poids d'eau — et que celui de certaines autres ne l'est même pas du tout.

L'albumine coagulée contient une petite quantité de sels qu'il est presque impossible d'enlever complètement par les lavages. M. Frémy pense qu'elle les retient en vertu de cette affinité capillaire qui fait que le mordant est retenu par le tissu. Autrefois, on attribuait la coagulation de l'albumine à la fixation soit d'oxygène, soit d'eau. C'est Thénard qui a montré que la coagulation peut se faire dans le vide comme dans l'air, et Chevreul, qu'elle a lieu sans fixer d'eau. Il fit sécher à la même température deux parties égales d'un même œuf, l'une coagulée, l'autre naturelle, et il obtint le même poids comme résidu.

Une modification curieuse que peut subir l'albumine coagulée est celle que Wøler a fait connaître. Si on l'introduit avec de l'eau dans un tube qu'on ferme à la lampe et qu'on chauffe à 150° dans un bain d'huile, l'albumine se redissout. Alors elle a perdu la propriété de se coaguler par la chaleur, mais elle peut encore être précipitée par l'acide nitrique comme avant.

Quand une solution d'albumine est soumise en vase

ouvert à une température inférieure à son point de coagulation, elle s'évapore et laisse un résidu d'albumine soluble. La solution risque d'autant moins de s'altérer que l'évaporation est plus rapide. C'est pourquoi, quand on prépare de l'albumine sèche, il est bon de le faire dans des vases peu profonds et de 40° à 45°. De l'albumine desséchée à 60°, qu'on chauffe à 140°, perd encore 4 pour 100 d'eau de son poids, mais elle conserve toujours la propriété de se redissoudre dans l'eau. Enfin, si la température est supérieure à 150°, l'albumine se décompose en donnant des huiles empyreumatiques (des sulphydrate, carbonate, cyanhydrate d'ammoniaque) et des alcalis volatils, se rattachant les uns aux alcools dont dérivent les acides gras, les autres aux alcools et dérivés de la série aromatique. Les principaux de ces alcalis volatils sont l'aniline, la toluidine, la pyridine, la picoline, etc. (Anderson).

Une solution d'albumine peut être soumise à la gelée sans que l'albumine en subisse la moindre modification. Après la fusion du glaçon, la liqueur est aussi limpide qu'avant d'avoir subi l'action du froid.

Lumière. — Dans ses recherches sur la lumière polarisée, Eiot constata que l'albumine dévie vers la gauche le plan de polarisation; mais ce fut M. Bouchardat qui le premier mesura son pouvoir rotatoire, puis M. Becquerel imagina un procédé de dosage de l'albumine reposant sur cette propriété. Le pouvoir rotatoire de l'albumine de

¹ M. Schmidt a trouvé que la densité de l'albumine sèche est de 1.261.

l'œuf est de -35° (raie D); celui du sérum de -56° (raie D). Mais le pouvoir rotatoire peut être modifié par suite d'une altération plus ou moins grande que les alcalis et les acides font subir à l'albumine, à ce point que l'acide acétique peut l'élever de 56° à 74° .

Passons à l'action de la lumière sur l'albumine. C'est M. Poitevin qui, en 1864, observa que l'albumine devient insoluble quand, dissoute dans de l'eau contenant un peu de bichromate de potasse, elle est versée sur des plaques qu'on dessèche à l'obscurité et qu'on expose à la lumière. Si donc certaines parties de la plaque à l'albumine bichromatée sont préservées de l'action de la lumière, autrement dit réservées, là seulement l'albumine conserve sa solubilité, de sorte que, pour l'enlever, il suffit de plonger la plaque dans l'eau. C'est sur cette curieuse propriété que l'albumine partage avec la gélatine, que repose l'art de la photographie sur émail.

Électricité. — Dutrochet avait remarqué le premier que, lorsqu'on plonge les électrodes d'une pile dans une liqueur albumineuse, l'albumine se coagule en flocons. D'un autre côté, MM. Dumas et Prévost, dans leur grand travail sur le sang, observèrent que, par l'action prolongée de la pile, le sérum s'était changé en gelée. Mais ce fut M. Lassaigne qui précisa l'action de l'électricité en découvrant que, lorsque l'albumine est pure, le courant électrique ne la coagule pas; si, au contraire, elle est accompagnée de sels, elle peut l'être, mais par une action secondaire. En effet, le sel est décomposé par la pile: l'acide se porte au pôle positif où il rencontre de l'albumine qu'il coagule, s'il est

de la catégorie de ceux qui jouissent de cette propriété ; tandis que la base va au pôle négatif et agit de son côté sur l'albumine qui s'y trouve. Or les alcalis dissolvent l'albumine et peuvent dans certaines conditions de concentration former une gelée ; c'est ainsi que s'explique le résultat trouvé par MM. Dumas et Prévost. Dernièrement enfin, M. Goodmann a trouvé que le courant électrique n'agit pas sur l'albumine, mais que, par l'influence réunie de l'eau et du courant électrique, la transformation de l'albumine en fibrine est assez rapide.

Osmose. — L'albumine est de tous les corps organiques et inorganiques celui qui possède le plus grand pouvoir d'endosmose ou le plus faible de diffusibilité ; c'est ainsi que, si deux liquides contenant dissous, l'un de l'albumine, l'autre du sucre, ne sont séparés que par une membrane, le courant prédominant s'établira de la solution sucrée vers l'albumineuse, quand même cette dernière serait moins dense. C'est une substance colloïde de Graham et de celles qui diffusent le plus difficilement. Cette propriété nous explique pourquoi l'organisme est protégé contre la perte incessante des matières albumineuses, et pourquoi les œufs peuvent être conservés dans l'eau. Si l'on admet avec M. J. Béclard que le pouvoir osmotique dépend de la chaleur spécifique, on devra en conclure que de tous les corps diffusibles, c'est l'albumine qui possède la chaleur spécifique la moins élevée. Or, comme nos tissus sont composés de substances albuminoïdes, on peut aisément s'expliquer comment les parties externes du corps s'échauffent et se refroidissent si rapide-

ment sous l'influence de brusques changements de température.

Agitation. — M. Wurtz, en parlant de l'albumine pure obtenue par son procédé, dit que si on la traite sèche et pulvérisée par l'eau, elle se dissout bien ; mais qu'il reste, toutefois, un résidu notable dû sans doute à quelque changement dans sa constitution, peut-être à la cohésion qu'elle prend en passant à l'état solide. — M. Melsens, de son côté, avait observé que dans une solution limpide d'albumine il se forme des parcelles membraneuses par la moindre agitation. Pour être fixé sur la cause de ce phénomène, et pour savoir si ce n'était pas une précipitation opérée par les éléments de l'air, Melsens fit barboter dans une solution d'albumine différents gaz, tels que de l'acide carbonique, de l'hydrogène, il l'agita même dans le vide, et chaque fois il vit les membranes se former. Il représente cette précipitation comme l'analogue de celle de certains sels minéraux, le phosphate ammoniaco-magnésien par exemple, qui a lieu sous l'influence de l'agitation ; il fait, en outre, remarquer que la théorie des œufs à la neige et de la mayonnaise eût sans doute conduit à ce résultat. Mais où Melsens s'est peut-être trop avancé, c'est quand il dit que ce nouveau corps est organisé et que, selon le milieu dans lequel sa précipitation se fait, il ressemble tantôt aux fausses membranes séreuses, tantôt aux faisceaux et aux fibres du tissu cellulaire, etc. Tous les histologistes ne sont pas du même avis, et M. Robin nie, contre MM. Glüge et Melsens, l'identité de ce tissu cellulaire artificiel avec le tissu naturel ; mais il n'en est

pas moins établi qu'une albumine insoluble se dépose par l'agitation, et que cette transformation peut résulter d'un état isomérique. Comme M. Mèlsens n'a pu réussir à former ces membranes avec le sérum, il en conclut que l'albumine de l'œuf et l'albumine du sang n'ont pas le même état moléculaire.

PROPRIÉTÉS CHIMIQUES

Action des corps simples. — Le corps simple dont l'action sur l'albumine donne les produits les plus variés est sans contredit l'oxygène. Si on expose à l'air, à la température ordinaire, une solution d'albumine, il y a oxydation lente et dégagement d'acide carbonique; mais si, dans un flacon renfermant de l'air ozonisé, on verse de l'albumine, l'ozone disparaît immédiatement et se porte sur elle. Quand on fait bouillir à l'air, pendant au moins soixante heures, de l'albumine coagulée en suspension dans l'eau, elle se dissout et la liqueur renferme un produit que Mülder a appelé tritoxyde de protéine.

Sous l'influence d'oxydants énergiques, elle peut donner des acides formique, acétique, butyrique, valérique, caproïque, cyanhydrique, etc., des aldéhydes acétique, butyrique, benzoïque, etc., et de l'urée dont la formation a une importance physiologique si grande et a soulevé tant de controverses. Si la plupart l'admettaient comme der-

nier produit d'oxydation dans l'économie des matières albuminoïdes, d'autres, au contraire, niaient la réalité de cette transformation, quand, en 1856, M. Béchamp, par l'oxydation en quelque sorte directe de l'albumine sous une influence alcaline, en se servant de permanganate de potasse, obtint de l'acide carbonique, de l'ammoniaque et de l'urée. — L'oxydation est tellement parfaite, dit-il, qu'on peut doser le soufre et le phosphore. Les expériences de M. Béchamp furent répétées en Allemagne surtout, et MM. Subbotin, Huppert, Stœdler, Loewe, etc., ayant obtenu non de l'urée, mais seulement les mêmes produits qu'avec les mélanges oxydants de bichromate de potasse ou de peroxyde de manganèse et d'acide sulfurique, contredirent les assertions du chimiste de Montpellier. Mais au mois de décembre 1871, M. Ritter communiqua à l'Académie des sciences qu'en répétant les expériences de Béchamp il avait obtenu de l'urée et d'autres produits acides incristallisables. — L'opération est très-délicate à conduire, et son succès dépend de la température qu'à un moment donné de la réaction il faut régler avec soin, ce dont les précédents expérimentateurs n'avaient pas tenu compte. Quant à la nature des produits acides qui dans cette réaction accompagnent l'urée, et que M. Ritter a trouvés comme M. Béchamp, elle est encore inconnue; mais M. Béchamp se réserve d'en faire l'étude. Ainsi la production de l'urée par l'oxydation des matières animales est maintenant un fait mis hors de doute.

Le chlore, le brome précipitent l'albumine. — Millon a observé que le chlore, en agissant sur elle jusqu'à ce qu'il cesse d'être absorbé, ne forme pas moins de trois matiè-

res distinctes. On obtient, entre autres, la combinaison qu'il représente par la formule $C^{40} H^{31} Az^2 O^{11} ClO^3$.

Action des acides. — D'après leur action sur l'albumine, on peut ranger les acides en deux catégories :

1° Acides qui ne précipitent pas l'albumine de sa solution dans l'eau distillée ;

2° Acides qui la précipitent.

A la première appartiennent les acides acétique, citrique, tartrique, lactique, oxalique, etc., et parmi les acides minéraux l'acide phosphorique ordinaire. — Ils ne précipitent pas l'albumine d'une solution chargée de peu de sels, et ils redissolvent l'albumine coagulée. On a déjà vu pourquoi, quand on acidule une liqueur où on veut rechercher l'albumine, il faut éviter un excès d'acide.

Ces acides non coagulants, versés en grande quantité dans une solution concentrée d'albumine, donnent avec elle une gelée transparente et incolore qui se liquéfie par la chaleur et se reprend en masse par le refroidissement. La chaleur ne la trouble pas, mais l'addition d'un sel neutre ou d'un alcali la précipite. Desséchée, cette gelée devient presque insoluble dans l'eau. Comme l'addition en grande quantité d'un sel neutre dans une liqueur albumineuse donne à l'albumine la propriété de précipiter par l'acide acétique, on peut en conclure, avec M. Melsens, que la matière gélatiniforme dans laquelle se transforme l'albumine traitée par un acide non coagulant est identique avec la matière que les mêmes acides précipitent des solutions fortement salées. — Selon M. Panum, ce ne serait plus de l'albumine, mais de l'acidalbumine.

On connaît la manière dont l'acide phosphorique se comporte envers l'albumine bien avant que Graham fit connaître sa constitution. On avait remarqué que l'acide ordinaire ne coagule pas l'albumine, mais que cet acide, après avoir été calciné, la précipite comme l'acide nitrique, et que cet acide calciné, dissous dans l'eau, perd, au bout d'un certain temps, la propriété de précipiter l'albumine, et peut la coaguler après une nouvelle calcination. C'est que l'acide ordinaire $\text{PhO}^3.3\text{H}_2\text{O}$, qui ne précipite pas l'albumine, devient, par la calcination $\text{PhO}^3.\text{H}_2\text{O}$ (acide métaphosphorique), acide coagulant. Comme ce dernier se change peu à peu, au contact de l'eau, en acide phosphorique $\text{PhO}^3.3\text{H}_2\text{O}$, on conçoit qu'au bout d'un certain temps il cesse de précipiter l'albumine.

Comme l'acide acétique, l'acide phosphorique redissout l'albumine coagulée par la chaleur, mais plus difficilement; et, comme lui, il précipite l'albumine dissoute dans des solutions concentrées de sels neutres. Parmi ces derniers, il faut excepter le borax, le phosphate de soude, les acétates alcalins, etc. Or, comme les acides de ces sels sont des acides non coagulants, il faut en conclure que l'acide phosphorique, ce qui s'accorde avec les lois de Berthollet, déplace l'acide du sel et que c'est alors ce dernier qui agit sur l'albumine. Mais la même explication ne peut être donnée pour l'acide acétique, qui est un acide trop faible pour déplacer les acides minéraux puissants.

Les acides de la deuxième catégorie sont la plupart des acides minéraux, et parmi les acides organiques, ou plutôt les corps qui en jouent quelquefois le rôle, l'acide phénique et l'acide tannique. Les uns coagulent l'albumine, les

autres la précipitent sans la coaguler ; mais dans le lavage on emploie indifféremment les mots de précipitation et de coagulation. Pour démontrer qu'il n'y a pas coagulation, mais simple précipitation par l'acide nitrique par exemple, on peut répéter l'expérience suivante de Thénard. Si on verse une solution étendue d'acide nitrique dans une solution étendue d'albumine, on voit le précipité d'abord formé se redissoudre. Donc il n'y avait pas coagulation, puisque l'albumine coagulée est insoluble. Puis, si on continue d'ajouter de la solution acide, il arrive un moment où le précipité devient stable. Si, sans tarder, alors que l'acide n'a pas encore eu le temps d'altérer l'albumine, on vient à neutraliser peu à peu la liqueur acide avec une solution alcaline très-étendue, on voit le précipité se redissoudre, et la liqueur est presque limpide alors que la réaction est encore acide. — Ici on ne peut invoquer l'action dissolvante de l'alcali sur l'albumine, puisqu'on opère avec une solution alcaline étendue et que la redissolution se fait dans un milieu acide.

On sait encore qu'on ne peut laver de l'albumine précipitée par l'acide nitrique, sans qu'il s'en redissolve une certaine quantité (Méhu) ; or cette partie qui se redissout est celle qui n'a pas été altérée par une action secondaire de l'acide, action d'autant plus rapide que l'albumine, en se précipitant, entraîne de l'acide qu'il est difficile d'enlever par l'eau seule : c'est la même chose que lorsqu'elle se précipite par la chaleur en entraînant des sels.

De ces faits je conclus que les acides nitrique, chlorhydrique, etc., étendus précipitent l'albumine sans la coaguler, autrement dit que l'albumine est insoluble dans l'eau

contenant une certaine quantité de ces acides minéraux.

Selon Berzelius, il se formerait d'abord des nitrate, sulfate d'albumine solubles qu'un excès d'un acide quelconque décompose ensuite; et pour l'acide sulfurique, le précipité formé serait du sulfate d'albumine coagulé. Mais ce qui tend à faire paraître douteuse l'existence de ce dernier composé, c'est que par des lavages à chaud on peut lui enlever la plus grande partie de son acide.

Si, maintenant, on prend un acide concentré, ce dernier précipite d'abord l'albumine, puis, suivant sa nature, la modifie et l'altère ainsi qu'on va le voir. Mais ici, comme la chaleur produite par le mélange de l'acide concentré et de l'eau peut être suffisante pour qu'il y ait coagulation aux points de contact de l'acide et de la solution albumineuse, le précipité est formé d'albumine précipitée et d'albumine coagulée.

Avec l'acide nitrique concentré, l'albumine jaunit et se change en une matière jaune acide qu'on appelle acide xanthoprotéique. A chaud, cette transformation a lieu rapidement, et le précipité se redissout si l'acide azotique est en quantité suffisante. Cet acide jaune peut se combiner aux acides minéraux et aux bases. C'est lui qui se forme quand les matières albuminoïdes, telles que la peau, les ongles, les plumes, etc., jaunissent par l'acide nitrique.

On obtient le même produit avec l'eau régale; en outre, si on distille, on peut recueillir une huile violette dont les vapeurs irritent fortement les yeux: c'est le chlorazol de Mulhauser $C^s H^s Cl^s AzO^s$.

L'acide chlorhydrique précipite l'albumine et le précipité se redissout dans un excès d'acide. Il se développe

ensuite une couleur violacée d'autant plus rapidement que l'acide est plus concentré et la température plus élevée : si on porte à l'ébullition, la couleur violette apparaît de suite. On a vu l'explication de ce fait que donnent MM. Lecomte et Coumoens. Dans la dissolution de l'albumine dans l'acide chlorhydrique, on admet qu'elle se transforme en syntonine. Cette solution chlorhydrique a un pouvoir rotatoire bien plus élevé que l'albumine non modifiée.

L'action suffisamment prolongée de l'acide sulfurique sur l'albumine donne des amides, qui sont la leucine et la glycolamine qui se rattachent à la série des acides gras, et la tyrosine qui se rattache à la série des acides aromatiques.

Il se forme, en outre, des matières humiques et des principes oxygénés encore peu connus.

L'acide chromique coagule d'abord l'albumine, puis il agit sur elle comme les oxydants énergiques dont il a été déjà parlé.

Avant de terminer ce qui a rapport à l'action des acides minéraux sur l'albumine, je dirai que j'admets les azotate, sulfate d'albumine soluble de Berzelius; ils permettent seuls d'expliquer le fait singulier suivant : Si, dans une solution concentrée d'albumine on ajoute une très-petite quantité d'un acide minéral, l'albumine n'est plus coagulable par la chaleur. Il se formerait donc dans ce cas un azotate d'albumine sur lequel la chaleur n'aurait plus d'action. Si on ajoute ensuite une plus grande quantité d'acide, la coagulation peut avoir lieu, parce que la combinaison acide d'albumine est décomposée par un excès

d'acide, et que, dès lors, l'action de la chaleur n'est plus entravée.

C'est ainsi que Benches Jones, grâce au nitrate d'albumine soluble de Berzelius, a expliqué cette curieuse anomalie qu'on avait rencontrée dans la recherche de l'albumine dans des urines morbides. Beale a cherché aussi à l'expliquer en supposant que de l'acide phosphorique est mis en liberté, et que cet acide, qui redissout l'albumine, en empêche la précipitation. Mais ce fait qu'une petite quantité d'acide acétique redonne à l'albumine la faculté de se coaguler, tend à rendre l'opinion de Beale peu probable.

L'acide phénique coagule l'albumine; le précipité est donc complètement insoluble dans l'eau comme l'albumine coagulée par la chaleur. Il n'est formé que d'albumine presque pure.

Le tannin forme avec l'albumine un composé imputrescible. Si l'albumine est en solution alcaline, la précipitation n'est complète que lorsque tout l'alcali est neutralisé par un excès de tannin; d'où la nécessité, si l'on veut obtenir du tannate d'albumine, d'acidifier préalablement la liqueur albumineuse. D'un autre côté, un grand excès d'un acide non coagulant, acétique, tartrique, peut redissoudre le précipité, surtout à chaud. Il en est de même de la potasse. Enfin, le composé d'albumine et d'acide tannique peut être décomposé par les sels de fer, et de l'albumine coagulable est remise en liberté.

Action des sels. — Comme pour les acides, je ferai plu-

sieurs classes de sels et les diviserai en sels : 1° Sans action sur l'albumine ;

2° Qui seuls ne la précipitent pas, mais qui, par leur présence, la font précipiter par un acide non coagulant ;

3° Qui la précipitent en se décomposant eux-mêmes ;

4° Qui la précipitent sans se décomposer et en s'y combinant.

Il vient, à propos des acides, d'être déjà parlé des sels de la 1^{re} classe, qui sont les sels alcalins à acides phosphorique, acétique, etc., et de ceux de la 2^e classe, dont les acides sont ceux qui précipitent l'albumine : acides sulfurique, nitrique, etc.

Une question intéressante, qui se rattache à cette action des sels alcalins sur l'albumine, est celle de la transformation de l'albumine en fibrine, par M. Denis. Il faisait digérer à 50° de la fibrine humide avec du nitre, etc., et il obtenait un liquide coagulable par la chaleur comme l'albumine, mais précipitable par l'acide acétique comme la caséine. Les expériences de Letellier et de Liebig vinrent confirmer la découverte de Denis ; et à ceux qui prétendaient que c'était de la caséine à cause de l'action de l'acide acétique, M. Malsens répondit par ses recherches sur la précipitation de l'albumine par les acides non coagulants en solution saturée de sels.

On fait encore une application avantageuse de cette précipitation quand on n'a à rechercher que des traces d'albumine dans un liquide ; dans ce cas, l'albumine pourrait n'être décelée ni par la chaleur ni par l'acide nitrique. On opère ainsi : le liquide à examiner est saturé à froid de sulfate de soude ou de magnésie et on filtre. On l'aci-

dule légèrement avec de l'acide acétique¹ et on en remplit à moitié un tube à expérience qu'on a soin de chauffer seulement à la partie supérieure. Il apparaît alors un trouble plus ou moins considérable, qu'il est très-facile de voir parce qu'il tranche avec la partie inférieure du tube qui n'a pas été chauffée et qui est restée limpide.

Un grand nombre de sels métalliques, qui sont décomposés par l'albumine, forment la 3^e classe. Leur base et leur acide se combinent à l'albumine, chacun de leur côté; peut-être se forme-t-il encore quelquefois des doubles combinaisons. Les précipités qui sont formés par l'oxyde métallique et l'albumine sont diversement colorés selon la nature du métal. Mais comme la plupart de ces composés sont solubles dans un excès de sel et solubles dans l'albumine, ils présentent généralement peu d'intérêt à étudier.

C'est un albuminate de plomb basique qui, par sa décomposition, donne l'albumine pure de M. Wurtz.

Cette précipitation des sels métalliques par l'albumine est quelquefois mise à profit dans les cas d'empoisonnement; mais, comme on vient de le voir, un excès d'albumine pouvant redissoudre l'albuminate formé, il faut alterner son emploi avec celui des vomitifs. Je me suis assuré cependant que, dans la précipitation de l'azotate d'argent par l'albumine, le précipité est insoluble dans l'albumine.

D'autres sels enfin, ceux de la dernière classe, se combinent à l'albumine sans subir de décomposition, et don-

¹ Quand on a affaire à de l'urine, il est préférable d'aciduler avant la filtration, l'acide pouvant précipiter de la mucine.

nent lieu à des précipités souvent caractéristiques. C'est ainsi qu'en solution fortement acidulée par l'acide acétique, l'albumine forme avec les cyanures jaune et rouge de potassium et de fer des combinaisons où se trouvent tous les éléments du sel. Ce précipité est soluble dans l'albumine comme dans un excès de cyanure.

L'albumine précipite le bichlorure de mercure; c'est cette réaction qui a fait préconiser par Orfila l'emploi de l'albumine comme contre-poison du sublimé corrosif. Assez longtemps on crut que le bichlorure était décomposé et qu'il se formait une combinaison d'albumine altérée et de protochlorure de mercure. Chantourelle combattit cette hypothèse; mais ce fut Lassaigne qui démontra que le précipité est composé de 95,55 albumine et 6,45 sublimé. Ce composé est soluble dans les chlorures, bromures, iodures alcalins, et l'albumine en peut être alors précipitée par les acides; il est soluble aussi dans les acides acétique, phosphorique, etc., et dans l'albumine. La présence des chlorures dans le suc gastrique sera donc une raison de plus pour provoquer les vomissements après l'administration de l'albumine dans un cas d'empoisonnement par le sublimé. On comprend aussi pourquoi les chlorures alcalins, associés au bichlorure de mercure, l'empêchent de précipiter l'albumine. Le composé de bichlorure de mercure et d'albumine est insoluble dans l'alcool, l'éther, l'eau et un excès de sel mercuriel.

L'iodure double de mercure et de potassium donne avec l'albumine, en solution très-acide, un précipité formé de $HgIAlb$. Ce composé est soluble dans l'albumine, légèrement soluble dans l'eau, insoluble à froid et à chaud dans

l'eau acidulée et dans l'alcool. Son insolubilité dans l'alcool chaud le distingue de celui que l'iodure double donne aussi dans les solutions d'alcaloïdes, de gélatine et de caséine. Celui formé avec la gélatine est même soluble à chaud dans l'eau. Ce sel double pourrait donc servir à caractériser l'albumine (précipité insoluble dans l'eau acidulée et l'alcool), la caséine (précipité insoluble dans l'eau acidulée, soluble dans l'alcool chaud), la gélatine (soluble à chaud dans l'eau acidulée et l'alcool). En outre, le sublimé reforme du biiodure de mercure avec les composés de gélatine et de caséine, alors même qu'ils sont redissous dans un excès de gélatine ou de caséine, tandis qu'il n'en est rien avec les composés albumineux. L'albumine a donc une bien plus grande affinité pour l'iodure de mercure que la caséine et la gélatine.

Dans les combinaisons formées par l'albumine et les sels que nous venons de passer rapidement en revue, l'albumine n'est aucunement altérée. Mais il n'en est pas toujours de même, et M. Harting a signalé des cas où elle se transforme en un corps jouissant de propriétés nouvelles. Cherchant à reproduire artificiellement les formations calcaires qu'on rencontre dans l'économie, il fit dans des solutions de gélatine et d'albumine des précipitations de sels de chaux en mettant à quelque distance l'un de l'autre des sels solubles qui, par double décomposition, devaient donner des sels insolubles. Il remarqua alors que l'albumine se combine au nouveau sel calcaire, au carbonate, par exemple, si on s'est servi de chlorure de calcium et de carbonate de soude. Si on vient alors à enlever la chaux avec un acide, on ne trouve plus que de

l'albumine transformée en une substance se rapprochant de la chitine, et qu'il appelle calcoglobuline. On l'obtient rapidement en plaçant un fragment de chlorure de calcium dans de l'albumine; au bout de plusieurs jours, l'albumine a subi la modification qui vient d'être indiquée. Elle est devenue complètement insoluble dans l'eau.

Ayant fait bouillir longtemps cette nouvelle substance, avec de l'eau et de l'acide sulfurique, j'ai obtenu après saturation un corps qui réduisait la liqueur cupropotassique, qui brunissait par la potasse et était presque insoluble dans l'alcool. Le temps ne m'a pas permis de vérifier si ce corps possède toutes les autres propriétés des sucres, et s'il n'est pas identique avec celui qu'on obtient par le même traitement avec la chondrine.

Action des bases. — La substance qu'on appelle communément l'albumine du sérum est composée d'une partie précipitable par l'acide acétique et le sulfate de magnésie employés isolément, et non coagulable par la chaleur, c'est l'albuminose; et d'une autre que ne précipite pas l'acide acétique et que la chaleur coagule, c'est l'albumine proprement dite, appelée aussi sérine. Dans le blanc d'œuf, il ne se trouve pas d'albuminose, et le trouble qui apparaît avec l'acide acétique dans les œufs un peu anciens n'est pas dû à autre chose qu'à de la protéine formée sous l'influence d'un commencement de décomposition. Si on vient à ajouter une petite quantité d'alcali caustique ou carbonaté à de l'albumine du sérum ou de l'œuf, la coagulation est incomplète ou même n'a plus

lieu par la chaleur. Or, si on admet, avec Gerhardt, que l'albumine se comporte comme un acide bibasique, l'albumine coagulable serait à l'état de bialbuminate de soude, tandis que, lorsque, avec une plus grande quantité d'alcali, elle ne peut plus être coagulée, elle serait à l'état d'albuminate basique. C'est ce qui explique pourquoi il faut aciduler légèrement une solution alcaline d'albumine quand on veut la coaguler par la chaleur.

Mais si l'alcali ajouté est en excès, alors l'albumine est décomposée; son soufre se combine avec une partie de l'alcali pour former un sulfure, et il reste de la protéine dissoute qu'on peut précipiter en saturant la liqueur avec un acide. Cette protéine est soluble dans les alcalis; les acides l'en précipitent, mais un excès la redissout.

La protéine peut-elle être convertie en albumine? Je le crois, si on peut de nouveau la combiner au soufre, et c'est ainsi que j'interprète l'expérience suivante de Schützenberger. Ce chimiste dissout dans la potasse de l'albumine coagulée, puis verse de l'acide acétique en léger excès, jusqu'à ce que le précipité d'abord formé soit redissous; il dialyse, et quand, dans le vase intérieur, il n'y a plus de réaction acide, la dissolution est devenue opaline et *coagulable par la chaleur*; mais une petite quantité d'un alcali ou d'un sel neutre la précipite. C'est donc une sorte d'état intermédiaire entre la protéine et l'albumine, une demi-albumine, pour ainsi dire. Quand l'albumine est dissoute dans la potasse, la liqueur renferme un sulfure alcalin qui, au contact de l'oxygène de l'air, doit se changer en partie en hyposulfite, et, quand on vient à y verser un acide, il se précipite en même temps du soufre

et de la protéine, qui se recombinent pour former un corps moins sulfuré que l'albumine. C'est encore ainsi que j'explique les résultats différents trouvés par les chimistes qui se sont occupés des matières albuminoïdes. Quelques-uns ont trouvé du soufre dans la protéine, tandis que pour d'autres elle en est dépourvue : résultats que j'attribue au temps qui a séparé la dissolution dans l'alcali de la précipitation par l'acide, et pendant lequel le sulfure alcalin a pu s'oxyder plus ou moins au contact de l'air.

La baryte, la strontiane, la chaux se combinent à froid avec l'albumine, en donnant des composés qui humides sont poisseux, durcissent par la dessiccation et résistent alors à l'eau bouillante. On utilise cette propriété dans la confection d'un lut formé de blanc d'œuf et de chaux éteinte.

Si on fait bouillir de l'albumine avec une solution concentrée de potasse, jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'ammoniaque, la dissolution contient alors du carbonate et du formiate de potasse, de la leucine et deux autres corps que Müllder a désignés sous les noms de protide et d'érythroprotide.

Fondue avec de la potasse dans son eau de cristallisation, l'albumine se convertit en leucine et en tyrosine; il se produit aussi du valérate et de l'oxalate d'ammoniaque.

Nasse (de Halles) a vu que, quand on la fait bouillir avec de la baryte, il se dégage une quantité constante d'ammoniaque représentant 18 pour 100 de l'azote qu'elle contient. Le résidu contient de la leucine et d'autres substances azotées.

Quant aux oxydes métalliques proprement dits, Berzelius a observé que quelques-uns récemment précipités se dissolvent dans le sérum et le blanc d'œuf. Avec l'oxyde de cuivre, la solution est pourpre, verte avec le protoxyde de fer, et rose avec le peroxyde; avec le bioxyde de mercure elle est incolore. Si on vient à chauffer ces solutions jusqu'à coagulation, l'oxyde se précipite avec l'albumine en la colorant.

RECHERCHE DE L'ALBUMINE.

D'après les diverses propriétés de l'albumine que nous venons de passer en revue, on voit que ce corps peut être caractérisé par de nombreuses réactions; mais les unes ne se manifestent que dans des solutions concentrées d'albumine, et d'autres ne lui sont pas exclusives. Il en résulte que si l'on veut déceler l'albumine dans des solutions étendues, on devra avoir recours de préférence à quelques réactions seulement. Pour n'avoir pas à répéter ce qui a déjà été dit dans le cours de cette étude, j'énumérerai rapidement les réactifs de l'albumine, les discutant en quelques mots. Je supposerai, ce qui est le cas le plus habituel, qu'il s'agit de la rechercher dans l'urine.

La *chaleur* peut ne pas précipiter l'albumine en solution alcaline. Il sera donc nécessaire la plupart du temps d'aciduler légèrement avec de l'acide acétique. — On de

vra, comme on l'a vu, en éviter un excès. — Dans le cas d'une urine non acidulée, il pourrait se faire par la chaleur une précipitation de phosphates terreux qui étaient dissous à la faveur de l'acide carbonique que la chaleur a chassé. On les distinguerait aisément de l'albumine, en ce qu'ils ne se précipitent pas en flocons et qu'ils sont redissolubles dans l'acide acétique, même à froid. Ainsi, la chaleur aidée de l'acide acétique est un réactif certain de l'albumine.

S'il n'y a que des traces d'albumine, à l'action de l'acide acétique et de la chaleur devra se joindre celle du *sulfate de soude* (page 28).

L'*acide nitrique* employé en quantité suffisante précipite l'albumine et le précipité est insoluble à froid dans un excès d'acide¹. Si l'urine est très-riche en urates, l'acide s'emparant de leur base peut en précipiter de l'acide urique peu soluble à froid, et qui est facilement reconnaissable à ce que le précipité est pulvérulent et redissoluble à une légère chaleur; mais une température élevée devra être évitée, l'albumine pouvant se dissoudre aussi à l'état d'acide xanthoprotéique, et donner lieu ainsi à une confusion. Mais si le précipité est riche en acide urique, et très-peu en albumine, il pourra arriver quelquefois que par la chaleur l'albumine disparaisse avec l'acide urique. C'est un des inconvénients de l'emploi de l'acide nitrique;

¹ J'ai cependant plusieurs fois rencontré dans des urines albumineuses et dans un liquide provenant d'une hydropisie de l'amnios de l'albumine qui se redissolvait à froid dans un excès d'acide. — Cette variété d'albumine précipitée par l'alcool, était redissoluble dans l'eau, et pour la coaguler par la chaleur il fallait avec soin éviter un excès d'acide. — Le sulfate de magnésie employé seul ne la précipitait pas. — La solubilité du précipité produit par l'alcool la rapproche de la métalalbumine.

mais à part ce cas et celui du précipité de la variété d'albumine soluble à froid dans un léger excès d'acide, ce réactif peut être employé avantageusement la plupart du temps.

On a proposé, pour s'assurer que le précipité par l'acide azotique est bien de l'albumine, de le recueillir, le laver et le redissoudre dans la potasse caustique, et de le traiter par la *liqueur de Fehling*. Dans le cas de l'albumine, il apparaît une belle couleur violette.

Le *nitrate d'argent* serait un excellent réactif sans la présence des chlorures.

L'urée et les matières extractives de l'urine interdisent aussi l'emploi du *sublimé corrosif*.

Le *tannin* ne peut non plus être employé comme réactif de l'albumine, parce qu'il précipite aussi les autres principes albuminoïdes.

Il en est de même des *ferrocyanure* et *ferricyanure de potassium* employés en solution fortement acidulée par l'acide acétique.

L'*acide phénique* est un excellent réactif de l'albumine. M. Méhu l'emploie dissous dans un mélange d'alcool et d'acide acétique.

Acide acétique.	40 gr.
Acide phénique crist.	10
Alcool à 90°.	20

Pour qu'il ne se produise pas de trouble quand on le verse dans de l'eau non albumineuse, il ne faut pas plus de 1 partie de réactif pour 10 parties d'eau. Quand il n'y a que des traces d'albumine, M. Méhu combine son

action à celle de l'acide nitrique ou du sulfate de soude ajoutés auparavant dans le liquide à essayer.

L'alcool pouvant précipiter des sels et d'autres matières animales que l'albumine et devant être employé en très-grande quantité, doit être rejeté.

La réaction du liquide, qui est de la plus grande importance avec l'emploi du chloroforme et de l'éther, le rend donc très-délicat. C'est pour l'avoir méconnue que l'on a avancé qu'il y a dans les urines albumineuses une partie de l'albumine que le chloroforme ne peut coaguler.

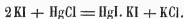
Les réactifs de *Frædhe* (couleur bleue avec acide sulfurique et acide molybdique), de *Caventou* (couleur violette avec l'acide chlorhydrique), de *Pettenkoffer* (couleur rouge violet avec sucre et acide sulfurique) et de *Millon* (couleur rose avec liqueur nitromercurique nitreuse) s'appliquent aussi bien aux autres matières albuminoïdes qu'à l'albumine. Je n'y insiste donc pas.

L'emploi de la *lumière polarisée* n'étant pas assez pratique et la plupart du temps impossible, à cause de la nécessité de décolorer les liqueurs, je ne fais que le citer.

Tous les sels de mercure solubles précipitent l'albumine; mais ce qui empêche de s'en servir dans ses recherches, c'est qu'ils précipitent en même temps les autres matières animales de l'urine et surtout l'urée. Or l'*iode double de mercure et de potassium* fait exception. Il précipite l'urée en solution alcaline¹, tandis qu'en solution très-acide, il ne précipite que l'albumine avec laquelle

¹ La présence de l'albumine empêcherait la réaction avec l'urée — comme avec tous les sels ammoniacaux — de sorte que si on veut découvrir l'urée dans le sang avec ce réactif, il faut d'abord en séparer l'albumine.

il forme la nouvelle combinaison Alb. HgI. La solution que j'emploie est fondée sur la réaction.



Je l'appelle liqueur réactif titrante.

Iodure de potassium pur. . . .	3 gr. 32
Bichlorure de mercure.	1 35
Acide acétique.	20 cc.
Eau distillée q. s. pour faire. . .	64 cc.

L'acide acétique est mis pour dispenser d'aciduler chaque fois les liquides qu'on analyse.

Les avantages de ce réactif sont : 1° la sensibilité : elle n'est égalée que par la chaleur aidée du sulfate de soude, et par l'acide phénique, et il déceit 5 centigrammes d'albumine dissoute dans 1 litre d'eau ; 2° la non-nécessité de se servir de la chaleur ; 3° l'insolubilité du précipité dans un excès de réactif. Si cependant l'urine était très-chargée d'urates, on pourrait, comme avec l'acide nitrique, obtenir un précipité d'acide urique. Mais ici, dans le doute, on n'aurait pas besoin de chauffer pour le faire disparaître ; on étendrait la liqueur de moitié ou même de son volume d'eau avant de recommencer un second essai. Vu la sensibilité du réactif, cette fois il se formerait encore un précipité, mais seulement dans le cas où la solution renferme de l'albumine.

Dans le cas où le malade aurait pris des alcaloïdes, le réactif donnerait un précipité qu'il serait facile de distinguer de celui produit par l'albumine. Le précipité alcaloïdique se redissout à chaud dans la liqueur où il s'est

mine en acidulant légèrement le sérum, en la coagulant par la chaleur et filtrant. — Dans la liqueur filtrée on verse de la potasse caustique, puis l'iodure double de mercure et de potassium.

formé ; il est soluble aussi dans l'alcool, caractères que ne possède pas le précipité dû à l'albumine.

DOSAGE DE L'ALBUMINE

Les mêmes réactifs qui servent à l'analyse qualitative de l'albumine peuvent être employés pour son dosage, mais avec des avantages variés.

1° Pour faire un dosage d'albumine par la *chaleur* on acidule légèrement l'urine avec l'acide acétique (qui en même temps précipite la mucine), on filtre, on en pèse une quantité variable, 40, 50, 60 grammes, de manière à opérer sur 2 à 5 décigrammes d'albumine sèche et on complète avec de l'eau 100 c. c. Le but de cette opération est de donner un coagulum facile à laver. Or un essai préalable fait juger approximativement de la quantité d'urine qu'il faut prendre.

Les 100 c. c. d'urine étendue sont mis à bouillir quelques instants (dans une capsule de porcelaine) et le précipité vient nager dans un liquide clair, si la quantité d'acide ajoutée a été suffisante. On le recueille sur un petit filtre, on le lave et on dessèche le tout à 100° et on pèse. Cette pesée doit être exécutée rapidement, le précipité étant très-hygroscopique. Du poids total, on déduit celui du filtre et l'on a le poids de l'albumine.

Ce dosage ne donne des résultats exacts qu'autant que

la quantité d'acide acétique n'est ni trop faible, ni trop forte. Un excès en effet redissoudrait une partie du précipité.

2° Le dosage au moyen de la précipitation de l'albumine par l'acide nitrique ne peut être exact, parce que les eaux de lavage, comme on l'a vu à propos de l'acide nitrique, entraînent dissoute la partie de l'albumine non altérée par l'acide.

3° Pour doser l'albumine au moyen de l'acide phénique, on prend 100 grammes d'urine acidulée et filtrée, on y ajoute 2 c. c. d'acide azotique et on agite, puis on y verse 10 c. c. de la solution titrée d'acide phénique. Après avoir agité fortement pour bien diviser le précipité, on filtre et on lave l'albumine coagulée avec de l'eau bouillante contenant 1 pour 100 d'acide phénique. Le précipité est ensuite desséché à 100° ou 105°. M. Méhu qui a donné ce procédé fait ensuite enfermer le filtre sec entre deux verres de montre, refroidir sur l'acide sulfurique, puis peser. Selon l'auteur, il est avantageux de n'avoir pas sur le filtre plus de 0^{gr},50 d'albumine, pour rendre les lavages faciles et complets. Dans les cas d'urines fortement albumineuses on doit donc les étendre d'eau comme pour le dosage par la chaleur.

Le précipité obtenu par ce procédé ne donne selon M. Méhu que 1 pour 100 de cendres, et si on met 1 gramme d'albumine de l'œuf dans un liquide qu'on traite d'après cette méthode, on n'en retrouve que 0^{gr},91 à 0^{gr},95. On sait que l'albumine brute ne contient guère plus des 9/10 de son poids d'albumine pure.

4° L'albuminomètre de M. Becquerel est fondé sur la pro-

priété que possède l'albumine de dévier à gauche le plan de la lumière polarisée. D'après le nombre de degrés trouvés on déduit la richesse en albumine du liquide examiné. Chaque degré correspond à 1^{er},80 d'albumine pour 100. Avec l'appareil Soleil, 1 gramme d'albumine dissoute dans 100 c. c. d'eau donne avec un tube de 20 centimètres une déviation de 1°; donc chaque division du vernier correspond à 1 décigramme. (Neubauer.) Ce procédé de dosage est, comme on le voit, peu délicat et comme il est très-difficile, en général, de décolorer les liquides sur lesquels on doit opérer sans en précipiter l'albumine il est aussi peu pratique.

5° Bodekera donné un procédé volumétrique qui repose sur la précipitation de l'albumine en solution très-acide par le cyanoferrure de potassium. Il se forme une combinaison qui renferme 1612 d'albumine et 211 de cyanure jaune. Il fait sa liqueur titrante avec 1^{er},309 de sel et q. s. eau pour faire 1000 c.c. 1 c. c. correspond à 0^{er},001 albumine. Comme le précipité est soluble dans un excès d'albumine et un excès de cyanure, on cherche par tâtonnement la quantité nécessaire de solution titrée, pour que dans le mélange filtré ni l'albumine ni le cyanure n'y produisent plus de précipité. Cinq à six essais sont en général nécessaires. Ce procédé est aussi long que celui des pesées et il ne donne des résultats exacts que quand le liquide à analyser contient au moins 2 grammes d'albumine par litre.

6° Tous ces procédés de dosage exigent, comme on le voit, que celui qui s'en sert ait une certaine habitude des manipulations chimiques. Aucun n'est pratique au lit du

malade, pour ainsi dire, à moins qu'on donne comme tel celui qui consiste à examiner la hauteur du dépôt formé dans un tube par l'addition de l'acide nitrique. A moins que les variations dans la quantité d'albumine soient très-considérables, ce procédé empirique n'est d'aucune valeur, parce que le tassement du précipité dépend de la concentration de l'urine qui est si variable, comme on le sait, de l'agitation qu'elle a éprouvée, de la quantité d'acide ajouté, etc.

Le procédé volumétrique que je propose est fondé sur la précipitation de l'albumine en solution très-acide par l'iodure double de mercure et de potassium. Le mode opératoire est des plus simples, il ne demande comme appareil qu'un verre gradué de 10 c.c., un compte-gouttes, qui donne des gouttes d'eau de 5 centigrammes, et quelques agitateurs. On aura deux liqueurs : la liqueur réactif titrante, que j'appellerai liqueur n° 1 (la formule a été donnée page 45), et la liqueur témoin, ou liqueur n° 2, qui servira à indiquer quand l'opération sera terminée.

N° 2. Liqueur témoin :

Eau distillée	100
Sublimé	1

L'iodure double de mercure et de potassium est décomposé tant qu'il y a de l'albumine dans la liqueur, et de l'iodure de potassium est mis en liberté. Si on essaye alors avec du bichlorure de mercure, l'iodure de potassium, l'albumine et le sublimé étant les éléments nécessaires pour former le composé Alb HgI , il ne se produit pas d'iodure rouge de mercure. Mais quand on a versé un excès

de la liqueur réactif titrante, alors le sublimé ajouté au liquide à analyser donne un précipité coloré par l'iodeur mercurique. C'est lui qui indique la fin de l'opération.

La liqueur réactif est titrée de manière qu'un demi-centigramme d'albumine soit précipité par une goutte. Le calcul a été établi sur le résultat de l'analyse du précipité Alb HgI qui m'a donné 0,375 HgI pour 1,626 d'albumine.

Le mode opératoire est le suivant. On prend 10 c. c. d'urine filtrée et on y verse goutte à goutte la liqueur n° 1, en ayant soin d'agiter chaque fois. Quand le précipité qui s'était d'abord redissous dans l'albumine en excès devient stable, on essaye après chaque nouvelle addition si une goutte mise sur une soucoupe de porcelaine ne donne pas un précipité jaunâtre avec une gouttelette de liqueur témoin. Quand on y est arrivé, du nombre de gouttes employées on retranche trois, et le reste représente autant de fois 50 centigrammes d'albumine par litre. Trois gouttes étant nécessaires pour faire voir nettement le précipité jaune, on voit pourquoi il faut les retrancher. Ce léger excès est en outre nécessaire pour rendre le précipité entièrement insoluble.

Dans l'essai avec la liqueur témoin, on devra en employer le moins possible, parce qu'un excès redissoudrait le précipité coloré d'abord formé.

Si l'urine à analyser était très-alkaline et l'albumine en petite quantité, il faudrait au préalable l'aciduler, sans quoi l'acide acétique de la liqueur réactif pourrait ne plus être en quantité suffisante pour permettre à la précipitation d'être complète.

Enfin, si on a affaire à une urine contenant plus de 5 grammes d'albumine par litre, ce qu'un premier essai fait voir approximativement, il est nécessaire de l'étendre d'une ou plusieurs fois son volume d'eau.

Comme on le voit, le dosage volumétrique de l'albumine est très-rapide, il ne demande que quelques minutes pour être exécuté. Les résultats qu'il donne ne sont pas aussi précis qu'ils pourraient l'être par la méthode des pesées, puisqu'on ne peut doser que 0^{gr},50 — 1 — 1,50 — 2. — 2,5 — 3 — etc. Mais à moins d'être un opérateur des plus habiles, il est une limite d'erreurs dont il est prudent de ne pas répondre, surtout dans la précipitation, le lavage, la dessiccation et la pesée d'une substance aussi peu stable que l'est l'albumine. Ce procédé de dosage n'est, si l'on veut, qu'un essai, mais un essai qui peut donner au clinicien des résultats suffisamment approximatifs la plupart du temps.

Après avoir passé en revue les propriétés physiques et chimiques de l'albumine, il me reste à la considérer au point de vue physiologique, ainsi que ses congénères, les albuminoïdes, dont, sur quelques points, l'histoire est inséparable de la sienne.

L'origine première des matières albuminoïdes est inconnue. On n'a pu jusqu'ici les former de toutes pièces hors de l'organisme ; on les modifie, on en fait des espèces différentes, mais voilà tout. On s'accorde même à dire que ces substances azotées, incristallisables, sont formées par les végétaux, que les animaux les leur empruntent, mais ne les font pas. Ce fait, avancé autrefois par Van Bochart, est toujours resté vrai depuis, et les chimistes modernes, en constatant l'identité de composition de l'albumine animale et de l'albumine végétale, n'ont fait que le confirmer. Ainsi, d'après l'opinion émise par Prévost et le Royer, Dumas et Cahours, Mulder et Boussingault, c'est le végétal qui fabriquerait la protéine, base de l'albumine, de la caséine, etc.

L'albumine animale est toujours alcaline, tandis que l'albumine végétale se trouve ordinairement dissoute dans des liquides neutres ou acides¹. J'ai rappelé l'opinion de

¹ Comme on lit dans la *Chimie médicale* de M. Méhu que, tout fraîchement pondue, le blanc d'œuf est légèrement acide au tournesol, j'ai voulu

Mialhe sur l'insolubilité de l'albumine, et celle, abandonnée aussi depuis les travaux de M. Wurtz, d'après laquelle l'albumine devrait sa solubilité à sa combinaison avec certains sels.

En 1847, Reichert (au moyen du microscope) avait observé dans le sang des cristaux d'une substance albuminoïde. En 1852, Funke et Lehmann indiquèrent le moyen d'en obtenir une certaine quantité, et étudièrent ses propriétés. Ils trouvèrent que c'est une combinaison d'albumine et de matières minérales. Ainsi fut-il démontré que la matière albumineuse peut s'engager dans une combinaison cristallisable et, par conséquent définie, avec une substance minérale. Hoppe Seyler, qui l'a étudiée depuis avec détail, a montré comment il est facile de la retirer du sang, et en a fait l'analyse élémentaire; il y dosa ainsi le soufre et le fer. Cette matière albumineuse *cristallisée* est appelée aujourd'hui hémoglobine.

Thénard et Berzelius avaient avancé autrefois que le fer contenu dans le sang y était combiné avec l'albumine, car ce métal ne pouvait y être découvert qu'après destruction de la matière organique. Henri Rose, Robin et Verdeil étaient arrivés au même résultat; l'analyse de l'hémoglobine, par Hoppe Seyler, leur a donné raison.

Voyons ce que l'albumine devient dans le travail de la digestion, quand elle est prise comme aliment. Au contact du suc gastrique, elle se dissout en se transformant en

vérifier cette assertion qui est en opposition formelle avec la réaction que MM Dumas et Cahours attribuent à l'albumine animale.— Je cassai donc un certain nombre d'œufs de poules différentes, aussitôt qu'ils étaient pondus, et chaque fois je constatai une réaction franchement alcaline.

un produit isomérique que Lehmann a appelé *peptone* et Nialhe *albuminose*. Ce nouveau corps n'est plus coagulable par la chaleur, ni précipitable par l'acide nitrique. Selon Meissner, ce serait un mélange de trois corps, qu'il nomme para-peptone, méta-peptone et peptone. Ce produit de la digestion de l'albumine paraît présenter quelques différences avec celui des autres matières albuminoïdes; mais comme ce sujet est encore entouré d'une certaine obscurité, on conserve le nom de peptone au produit de transformation par le suc gastrique de l'albumine, de la caséine, de la fibrine, etc. Selon quelques physiologistes, le gluten, pour être digéré, n'aurait pas besoin d'un suc gastrique aussi acide que l'albumine animale (qui a besoin, pour se dissoudre, de se transformer d'abord en syntonine); ce qui expliquerait, d'après Hoppe Seyler, pourquoi l'albumine est mal supportée dans le cas de maladie de l'estomac. Quant à la caséine, elle renfermerait, d'après le même auteur, une substance phosphorée complètement indigeste, la nucléine.

Je dois dire aussi que si le suc gastrique est le dissolvant par excellence des matières albuminoïdes, le suc pancréatique et le suc intestinal jouissent aussi de la même propriété mais à un degré moindre.

C'est donc à l'état de peptone que l'albumine, la caséine, etc., sont rendues assimilables. Grâce à cette transformation elles ont acquis la propriété d'être plus facilement diffusibles, ce qui a pour effet d'en favoriser l'absorption. On peut le démontrer de la manière suivante : Si, dans l'appareil de Dntrochet, on place d'un côté une dissolution de peptone et de l'autre une dissolution d'al-

bumine de même densité, le courant se prononce de la peptone vers l'albumine et pour 10 parties de peptone qui passent dans un sens il ne passe dans l'autre sens qu'une partie d'albumine. (Funke.)

Une fois l'albumine devenue assimilable, la nutrition des tissus à laquelle elle prend une si grande part comme la manière dont elle se comporte dans l'économie, sont exclusivement du domaine des physiologistes. Je rappellerai seulement que pour Brown-Séquard, il y a dans certaines maladies une corrélation constante entre l'augmentation de fibrine et la diminution d'albumine dans le sang, et par conséquent transformation de l'albumine en fibrine; que pour Becquerel et Rodier, ce qui caractérise la cachexie est une grande diminution d'albumine dans le sang; que Melsens attribue une certaine importance pour la formation des tissus à la propriété que possède l'albumine de se concréter et de se transformer en substance insoluble par l'agitation; que Goodmann conclut de ses expériences que la fibrine de l'organisme a pour origine l'albumine qui, dans les lymphatiques, se trouve en présence d'une grande quantité d'eau; que Figuié a remarqué que c'est l'albumine qui, conjointement avec le chlorure de sodium, prévient dans le sang la dissolution des globules sanguins, etc., etc.

On a supposé que les principes résultant de la transformation dans l'économie des matières albuminoïdes sont les acides cholique, choléique, hippurique, urique, la cholestérine, l'urée, etc.

Ce dernier produit de décomposition de l'albumine a seul pu être obtenu hors de l'organisme, et les expériences

de Béchamp confirmées par celles de Ritter ne laissent pas de doute à cet égard. Il est probable aussi que si nous ne pouvons obtenir les autres corps qui dérivent de l'albumine, c'est que nous ne possédons que des moyens de décomposition trop violents. Mais quel est le rôle des albuminoïdes au point de vue de la chaleur animale? A ce sujet je ne puis mieux faire que de citer M. Berthelot qui a déjà fait tant de recherches thermiques des plus importantes. Après avoir constaté que la transformation de l'oxamide en cyanogène et en eau est accompagnée d'une absorption de chaleur considérable, il ajoute que probablement il en est de même des autres amides. Alors il ne peut s'empêcher de signaler l'intérêt de ces phénomènes produits dans l'économie animale « où les corps azotés de l'ordre des amides constituent la plupart des tissus... et où les réactions d'hydratation ne sont ni moins fréquentes ni moins importantes que les réactions d'oxydation. »

L'albumine en présence de l'eau et de l'air, au bout d'un temps plus ou moins long, selon la température, entre en putréfaction. Mais en quoi consiste ce phénomène et quelles en sont les causes? La putréfaction peut être considérée comme la rupture de l'équilibre qui maintenait les molécules des corps azotés incristallisables dans l'état qui constitue la caséine, l'albumine, le gluten, etc.; alors ces molécules s'en vont former entre elles de nouvelles combinaisons plus simples, il se forme de l'eau, de l'acide carbonique, de l'ammoniaque, de l'hydrogène sulfuré, etc., et, de métamorphoses en métamorphoses, la matière qui, auparavant, appartenait au règne animal ou

végétal, repasse dans le règne minéral d'où elle était sortie. Mais pourquoi cette rupture d'équilibre s'est-elle produite? quel en est l'agent mystérieux? La célèbre discussion qui s'est agitée naguère à l'Académie des sciences est encore trop récente pour qu'il me soit besoin de rappeler les nombreuses expériences faites pour soutenir ou pour combattre la théorie des générations spontanées. Mais quand je vois M. Pasteur remplir ses ballons de matières éminemment putrescibles et d'air filtré; quand je vois ce lait, cette urine, cette infusion de foin rester des années sans le moindre mouvement de décomposition, je ne puis faire autrement que d'admettre que ce qui produit la putréfaction est ce quelque chose que l'air filtré ne contient plus, autrement dit les germes de M. Pasteur. Ces germes donnent lieu à des corps vivants qui produisent les phénomènes que l'on connaît sous le nom de fermentations, fermentation putride, fermentation alcoolique, fermentation acétique, etc.

Si donc on préserve les substances albuminoïdes du contact de ces germes, ou si l'on vient à les tuer ou à rendre impossible leur développement ultérieur, on obtiendra la conservation indéfinie de ces substances putrescibles. Or, pour la manifestation et pour l'entretien de la vie, il faut de la chaleur, de l'air et de l'eau. Si l'un de ces trois éléments vient à manquer, la vie cesse.

Mais une chaleur élevée, variant de 60 à 150°, tue les germes; il en est ainsi d'un certain nombre d'agents toxiques. Ces poisons, conservateurs des matières albuminoïdes (qu'ils soient gazeux, liquides ou solides), sont dits antiseptiques. C'est sur ces différents faits bien reconnus

que reposent la conservation des substances animales par l'alcool, le bichlorure de mercure, les sels de zinc, etc.; celle des viandes, des fruits et du lait par le procédé Appert; le mutage des sucres, l'usage de conserver les aliments dans la glace, et l'emploi des corps gras ou de la glycérine, agissant comme préservateurs de la putréfaction en garantissant du contact de l'air, etc. En un mot, on rend les matières albuminoïdes imputrescibles quand on les place dans des conditions telles que les germes de l'air ne puissent s'y développer.

Vu, bon à imprimer.

BUSSY.



Vu, et permis d'imprimer.

Le vice-recteur de l'Académie de
Paris,

MOURIER.